Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität
BASEL

Direktor: Prof. Dr. A. Gigon

REFRAKTOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN IM BLUTPLASMA NACH DARREICHUNG VERSCHIEDENER SALZLÖSUNGEN

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Universität Basel

Vorgelegt von
ICCHOK AARON BEKERMAN
aus Pinsk (Polen)

BUCHDRUCKEREI GG. UEHLIN, SCHOPFHEIM (BADEN) 1933

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität
BASEL

Direktor: Prof. Dr. A. Gigon

REFRAKTOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN IM BLUTPLASMA NACH DARREICHUNG VERSCHIEDENER SALZLÖSUNGEN

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Universität Basel

Vorgelegt von
ICCHOK AARON BEKERMAN
aus Pinsk (Polen)

BUCHDRUCKEREI GG. UEHLIN, SCHOPFHEIM (BADEN) 1933

Von der Medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. A. Gigon.

Tag der Promotion: 4. Februar 1933.

Prof. Dr. E. Ludwig
z. Zt. Dekan.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

MEINEN LIEBEN
ELTERN UND GESCHWISTERN
IN DANKBARKEIT
GEWIDMET

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546709_0034

Refraktometrische Untersuchungen im Blutplasma nach Darreichung verschiedener Salzlösungen.

Arbeitsweise und Denken des Wissenschaftlers in der vegetativen Physiologie werden heute mehr denn je von physikalisch-chemischen Problemen beherrscht. Es ist daher kein Wunder, daß sie auch in die Arbeitsmethoden des praktischen Mediziners Eingang fanden und von ihm auf den verschiedensten Gebieten angewandt werden. So hat unter anderen die Bestimmung des optischen Verhaltens der verschiedenen Körperflüssigkeiten unseren Einblick in das normale und pathologische Geschehen im Körper wesentlich vertieft. Neben dem Polarimeter, dem Spektrographen und neuerdings auch dem Interferometer wird schon seit ca. 30 Jahren das Refraktometer im klinischen Laboratorium verwandt.

Es ermöglicht uns die Bestimmung des Brechungsindex (auch Koeffizient, Exponent, Quotient genannt) eines Körpers. Wie allgemein bekannt, ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen Stoffen verschieden groß. Lichtstrahlen, die aus einem Medium in ein anderes übertreten verändern bei schrägem Einfallswinkel in gesetzmäßiger Weise ihre Richtung (Refraktion). Bei biologischen Untersuchungen handelt es sich fast ausschließlich um die Kombination Luft gegen Flüssigkeit bezw. bei instrumenteller Untersuchung um Flüssigkeit gegen Glas. Es ist daher unter Lichtbrechung einer Flüssigkeit die Brechung zu verstehen, die ein Lichtstrahl erleidet, der aus der Luft in sie eintritt.

Die hier in Frage kommenden physikalischen Gesetze stellen sich im kurzen wie folgt dar: Unter gleichen äußeren Verhältnissen (wie Druck, Temperatur usw.) ist bei gleichen Medien das Verhältnis des Einfallswinkels α zum Brechungswinkel β gleich.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

n ist der erwähnte Brechungsindex. Auf die „spezifische Refraktion" und die „Molekularrefraktion" braucht hier nicht mehr eingegangen zu werden, dagegen sei bezüglich der Refraktion von Gemischen erwähnt, daß diese sich aus der Refraktion der einzelnen

Bestandteile entsprechend ihrem Prozentgehalt berechnen läßt, wenn bei der Mischung keine chemischen Umsetzungen stattfanden.

Wie schon gesagt ändert sich der Brechungsindex in gesetzmäßiger Weise mit der Untersuchungstemperatur. Es muß daher entweder der abgelesene Wert einer rechnerischen Korrektur unterzogen werden oder aber, was empfehlenswerter ist, man liest die Resultate stets bei derselben Temperatur ab.

Für die verschiedensten Anwendungsgebiete sind zahlreiche Refraktometermodelle konstruiert worden. Sie können unmöglich alle hier beschrieben werden. Erwähnt sei nur das für medizinische Zwecke brauchbare Abbe-Refraktometer, das heizbare Prismen besitzt und das idealste und feinste, das Eintauchrefraktometer nach Pulfrich (Carl Zeiß, Jena), das ich selbst zu meinen Untersuchungen benutzte. Es ermöglicht im Laboratorium alle erdenklichen Untersuchungen auszuführen, übertrifft dabei an Einfachheit der Handhabung alle anderen und büßt trotzdem an Meßgenauigkeit für die Zwecke des Klinikers nichts ein. Nachfolgend sei es in seiner Konstruktion und Handhabung näher beschrieben.

Es besteht aus einem fernrohrähnlichen Instrument und trägt auf der einen Seite ein Okular, auf der andern ein schräges Prisma. Ein zweites Prisma (Hilfsprisma) wird mit der zu untersuchenden Flüssigkeit benetzt und fest an das andere angedrückt. Die beiden Prismen werden dann durch einen Metallbecher den man darüber stülpt zusammengehalten; er trägt als Boden ein Glasfenster. Dieses ganze System wird in einen mit Wasser gefüllten Temperiertrog getaucht, in dem sich auch ein Spiegel befindet, der das von der danebenstehenden Lichtquelle gespendete Licht auf das Glasfenster reflektiert.

Beim Durchblicken zeigt sich eine Skalenteilung. Die eine Hälfte des Gesichtsfeldes ist dunkel, die andere hell. Zwischen beiden besteht für gewöhnlich eine scharfe Grenzlinie. Sollte diese einen farbigen Rand haben, so muß man denselben durch Drehen an einem Ring, der den Kompensator bewegt, erst zum Schwinden bringen. Das genaue Meßergebnis wird dann bestimmt indem man durch Drehen der Mikrometerschraube die Skala so verschiebt, daß die Grenzlinie mit einem Skalenstrich zusammenfällt. An Skala und Mikrometerschraube kann dann der genaue Wert abgelesen werden, wobei die Mikrometerschraube die Dezimalstellen ergibt. Aus einer Tabelle wird dann der dem abgelesenen Wert entsprechende Brechungsindex errechnet.

Die angeführte Methode hat gegenüber der sonst üblichen, bei welcher man das Refraktometer (ohne Hilfsprisma) in die zu untersuchende Flüssigkeit eintaucht, gerade für den Mediziner den Vorzug, daß er mit ganz kleinen Mengen (einigen Tropf.) einer Flüssigkeit auskommt. Sollten nur 2—3 Tropfen Untersuchungsmaterial zur Verfügung stehen, sodaß der Raum zwischen beiden Prismen nicht ganz ausgefüllt ist, wobei dann die Grenzlinie nicht ganz

scharf erscheint, so benutzt man in diesem Falle die von Pulfrich konstruierte Okularblende.

Wie schon erwähnt spielt die Temperatur bei diesen Untersuchungen eine wichtige Rolle, denn mit ihr ändert sich jeweils der Brechungsindex einer Lösung. Man muß daher stets bei der gleichen Temperatur ablesen. Zu diesem Zwecke bediente ich mich eines ca. 10 L. fassenden emaillierten eisernen Temperiertroges mit Filzbekleidung, der mit Leitungswasser gefüllt wird, in das man das Refraktometer eintaucht. Um das Wasser auf konstanter Temperatur zu halten, benutzte ich einen elektrischen Tauchwärmer und ein Thermometer.

Eine Darstellung der etappenweisen Entwicklung der Refraktometrie in der Medizin wurde von Winkler [1]) gegeben. Ich verweise damit auf die Einleitung dieser Arbeit.

Einen guten Ueberblick über die zahlreichen Gebiete innerhalb der Medizin, in welche die Refraktometrie Eingang gefunden hat, gibt das vorzügliche Referat von P. Rostock [2]), aus dem auch alle einschlägige Literatur zu ersehen ist. Was die Refraktometrie auf den Gebieten der technischen Chemie, der Nahrungsmittelchemie und auch der Biologie leistet, zeigt ein Referat von Löwe [3]).

Im folgenden soll nun noch kurz etwas auf die Problematik der refraktometrischen Untersuchung speziell des Blutserums bezw. Plasmas eingegangen werden.

Reiß [4]) gab diejenige Methode an, die die refraktometrische Bestimmung der Gesamteiweißmenge ermöglicht. Die Ergebnisse seiner zahlreichen Untersuchungen hat er in einer Tabelle zusammengestellt, woraus man ohne große Umrechnung den Eiweißgehalt entnehmen kann, der einem bestimmten Brechungsindex entspricht. Dabei wird allerdings eine stillschweigende Voraussetzung gemacht, denn die Tabelle ist nur richtig, wenn man den Serumgehalt an Nichteiweiskörpern als praktisch konstant annimmt. Nur dann läßt der Brechungsindex über den Eiweißgehalt des Serums gewisse Schlüsse zu. Diese Voraussetzung trifft ja durchaus bei vielen Krankheitszuständen zu. Dagegen gibt es auch solche, bei denen es zu starken Anhäufung von Nichteiweißkörpern im Blute kommt, z. B. Urämie, Diabetes, Cholämie usw. Bei diesen ist die refraktometrische Eiweißbestimmungsmethode nicht oder doch nur mit einer entsprechenden Korrektur zu verwenden. Die nachstehende Tabelle aus dem Referat von Rostock [2]) gibt uns Aufschluß über die Störungen, welche durch quantitative Veränderung der Nichteiweißkörper im Serum bedingt werden können. Sie gibt den Brechungsanteil von 1% Substanz in wässeriger Lösung für das Eintauchrefraktometer an.

Chlornatrium	0,00175
Chlorkalium	0,00134
Dinatriumphosphat	0,0007
Harnstoff	0,00145
Traubenzucker	0,00142

Zweifellos bietet die Reiß'sche Methode große Vorteile, denn sie gestattet mit nur ganz geringen Serummengen eine rasche Aufklärung zu erhalten, die sonst nur viel schwieriger und mit bedeutend mehr Material zu erreichen ist.

Es erhebt sich aber die Frage, ob die dabei gewonnenen Resultate richtig sind. Reiß [5]) gibt in einer zusammenfassenden Darstellung die gewünschte Aufklärung, worin er schreibt, daß die nach seiner Methode gewonnenen Resultate im allgemeinen um 8 bis 10% höher sind als diejenigen Eiweißmengen, die sich aus dem koagulierbaren N. ergeben. Spätere Untersuchungen auch von anderen Autoren ergaben ähnliche Unterschiede und es erscheint daher ganz richtig, daß die Reiß'sche Methode nur eine approximative Bestimmung des Eiweißgehaltes ermöglicht. Dies gibt auch Reiß [5]) in seiner vorher erwähnten Abhandlung zu und verlangt, daß nicht der Eiweißgehalt, sondern nur der ermittelte Brechungsindex zum Vergleich herangezogen werden soll. „Für wissenschaftliche Untersuchungen ist dieser Wert der allein exakte, für praktische, besonders klinische Untersuchungen ist es angenehm einen übersichtlicheren Ausdruck zu gewinnen". Es gibt somit zwischen dem Brechungsindex und dem Eiweißgehalt des Serums keine feststehende Beziehung und wenn in der Tabelle für die 1%ige Eiweißlösung ein konstanter Brechungszuwachs angenommen wird, so kann dieser nur als durchschnittlicher Zahlenwert in Frage kommen. Was die Schwankungsbreite des Brechungszuwachses anbetrifft, so sieht man sich bei ihrer Beurteilung vor einer recht schwierigen Aufgabe, denn die Literaturangaben darüber sind verschieden. Schretter [6]) hat sie in einer Tabelle zusammengefaßt und die am besten übereinstimmenden Zahlenwerte aus den Mittelwerten von 6 Autoren weisen einen Unterschied von nur 7 Einheiten in der fünften Dezimale auf. Man wird daher den Schluß ziehen, daß der spezifische Brechungszuwachs eine konstante Größe darstellt. Werden jedoch, die bei den einzelnen Autoren gefundenen Grundwerte berücksichtigt, so kommt man mit Starlinger [7]) und seinen Mitarbeitern zu der Ansicht, daß der Brechungsindex des Serums zur Eiweißbestimmung ganz entschieden abzulehnen ist.

Schretter [6]) hat jedoch die großen Unterschiede in den Grenzwerten auf Versuchsfehler zurückzuführen versucht, die bei der Eiweißbestimmung begangen wurden. Wenn dies zutrifft, wäre der Brechungsindex zur Serumeiweißbestimmung wohl geeignet.

Wie aus vorangegangenem zu entnehmen ist, sind die Resultate der refraktometrischen Eiweißbestimmung im Blutserum nicht eindeutig und lassen es mit Deseö [8]) erwünscht erscheinen die refraktometrische Eiweißbestimmungsmethoden neuerdings nachzuprüfen.

Aus diesem Grunde wird auch in der nachfolgenden Arbeit nicht mehr wie bei früheren Arbeiten von Channesohn [9]) u. a. der Serumeiweißgehalt bei den Untersuchungsergebnissen zum Vergleich mit herangezogen, sondern der Brechungsindex des Serums (bezw. in dieser Arbeit des Plasmas) stellt allein den in Betracht kommenden Bezugswert dar.

Spezieller Teil.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck die refraktometrischen Untersuchungen, die im hiesigen Laboratorium über Blutveränderungen nach Verabfolgung von verschiedenen Nährstoffen gemacht wurden, fortzusetzen.

Winkler [1]) suchte in seinen Versuchen die Wirkung des Zukkers auf die Blutkonzentration festzustellen und beobachtete die Schwankungen des Brechungsindex, die sich nach oraler Darreichung von Glukose, Eiklar und Olivenöl mit- oder nacheinander in verschiedenen Kombinationen ergaben. In den Kombinationen in welchen Glukose vorkam, konnte er eine deutliche gegenseitige Beeinflussung der Komponenten beobachten, hingegen ließen sich bei der Kombination von Eiklar und Olivenöl die Abweichungen nicht deutlich erfassen.

Ich habe nun die Arbeit fortgesetzt und mich gleichzeitig bemüht die Resultate der vorangegangenen Arbeiten soweit sie in die meine hereinspielen einer Nachprüfung zu unterziehen.

Zu meinen Untersuchungen habe ich im Gegensatz zu den bisher angestellten Arbeiten statt des Blutserums das Blutplasma benutzt, welches aber, wie ich im folgenden zeigen kann, die relativ gleichen Schwankungen des Brechungsindex und somit parallele Kurven ergibt.

Als Gegenstand für meine Untersuchungen habe ich verschiedene Salzlösungen gewählt, da bisher solche Versuche (mit Ausnahme von Kochsalz) meines Wissens noch nicht angestellt und in der Literatur nicht erwähnt worden sind.

Meine Untersuchungen stellte ich so an, daß ich immer zuerst den Brechungsindex des Normalplasmas, dann denselben ¼ Stunde nach Verabreichung der Substanz und dann jeweils von Stunde zu Stunde ablas. Alle Ablesungen wurden von mir bei der gleichen Temperatur (20° C.) vorgenommen.

Unter den von mir verwandten Salzlösungen ist jeweils eine isotonisch, die anderen hypertonisch.

Bevor ich die Experimente begonnen habe, machte ich einige Versuche in vivo und in vitro um mich zu überzeugen wie groß der Unterschied zwischen den Brechungsindices des Serums und Plasmas ist. Die folgenden Tabellen zeigen, daß kein wesentlicher Unterschied im Brechungsindex besteht. Die Kurven verlaufen fast parallel.

Tabelle I.

Plasma. Kaninchen 82 1.940 kg. erhielt 100 ccm. Wasser per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Wassergabe	55,48	1,34853
¼ Std. n. d. Wassergabe	54,10	1,34801
1 Std. n. d. „	48,70	1,34600
2 Std. n. d. „	50,00	1,34650
3 Std. n. d. „	50,09	1,34653
5 Std. n. d. „	52,50	1,34742

Tabelle II.

Serum. Das gleiche Kaninchen.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Wassergabe	51,58	1,34708
¼ Std. n. d. Wassergabe	50,76	1,34678
1 Std. n. d. „	45,80	1,34492
2 Std. n. d. „	47,20	1,34544
3 Std. n. d. „	45,28	1,34473
5 Std. n. d. „	45,50	1,34481

Versuche in vitro.

Tabelle III.

Herr L., Lymphogranulomatose.
0,5 ccm. Plasma mit Liquoid (Trockensubstanz) vermischt.

Plasma	Liquoid	Skala	nD 20°
„	—	62,50	1,35113
0,5 ccm.	mit 0,01 gr.	68,65	1,35340
0,5 ccm.	mit 0,02 gr.	74,15	1,35538
0,5 ccm.	mit 0,04 gr.	88,68	1,36062
0,5 ccm.	mit 0,05 gr.	102,50	1,36552

Tabelle IV.

Das gleiche Blut.

0,5 ccm. Serum vermischt mit Liquoid (Trockensubstanz).

Serum	Liquoid	Skala	nD 20°
„	—	59,70	1,35009
0,5 ccm.	mit 0,01 gr.	69,50	1,35370
0,5 ccm.	mit 0,02 gr.	76,60	1,35627
0,5 ccm.	mit 0,04 gr.	91,12	1,36149
0,5 ccm.	mit 0,05 gr.	100,10	1,36467

Die Gewinnung des Blutplasmas bedarf noch einiger Worte.

Um das Blutplasma zu gewinnen muß man zum entnommenen Blut Liquoid zusetzen (Liquoid „Roche" = polyanetholsulfosaueres Natrium). Da jedoch durch verschieden starke Zugabe an Liquoid der Brechungsindex des Plasmas ein anderer wird und besonders durch Anwendung von Trockensubstanz sich leicht Ungenauigkeiten ergeben können, verwandte ich eine Liquoidlösung und errechnete an Hand einer Kurve wie konzentriert die Liquoidlösung sein muß, um den gleichen Brechungsindex wie Normalserum aufzuweisen. Ich fand, daß der Brechungsindex einer 10%igen Liquoidlösung mit 1,34839 dem des Normalserums am nächsten kommt, da derselbe nach Pueddu (Ref. Rostock[2]) zwischen 1,3487 und 1,3517 schwankt. Ich habe daher in meinen folgenden Versuchen jeweils zu 12—14 Tropfen Blut 0,001 gr. dieser 10%igen Liquoidlösung zugesetzt.

Liquoidlösung	Skala	nD 20°
20 %	99,93	1,36461
10 %	55,10	1,34839
5 %	35,50	1,34105
Wasser	14,10	1,33284

Nach diesen einleitenden Untersuchungen komme ich zu den eigentlichen Experimenten der vorliegenden Arbeit.

Zuallererst versuchte ich die Tagesschwankungen des Brechungsindex beim nüchternen Kaninchen festzustellen. Es erfolgt ein allmähliches Absinken des Brechungsindex während der ersten 2 Stunden, danach wieder langsames Ansteigen um nach 8 Stunden den Ausgangswert beinahe zu erreichen.

Tabelle V.

Kaninchen 85 nüchtern seit 12 Stunden.

Zeit	Skala	nD 20°
8 Uhr	54,60	1,34820
9 Uhr	51,05	1,34688
10 Uhr	49,70	1,34638
14 Uhr	50,00	1,34650
16 Uhr	52,05	1,34725

Diese Schwankungen des nD erklären sich z. T. dadurch, daß bei der häufigen Entnahme von Blut (insgesamt 45—50 Tropfen) durch Nachfließen von Gewebsflüssigkeit eine gewisse Plasmaverdünnung eintritt. Vielleicht spielt auch die Tageszeit eine gewisse Rolle. Dieser Befund stimmt mit dem von Winkler in Tabelle I. angegebenen überein.

I. Wasserzufuhr.

Nach Blix[10]) führt Wasseraufnahme per os beim Kaninchen regelmäßig zu einer Blutverdünnung, die höchstens 11 % beträgt, wobei es merkwürdigerweise ohne Bedeutung bleibt, ob große (150 ccm.) oder kleine (25 ccm.) Wassermengen gegeben werden.

Ich gab 2 Kaninchen destilliertes Wasser; dem einen 50 ccm., dem andern 100 ccm. zu trinken. Bei dem, welchem 50 ccm. Wasser zugeführt wurde, sah ich beim Ablösen nach der ersten ¼ Stunde den nD auf das Minimum gesunken, darauf ein Ansteigen bis zur ersten Stunde, bis zur 2. Stunde ein erneutes Sinken und nach 5 Stunden den Ausgangswert erreicht.

Beim zweiten Kaninchen (100 ccm. Wasser) fand ich schon in den ersten 15 Minuten ein Absinken des nD, das bis zur ersten Stunde anhielt, danach ein Ansteigen bis zur 2. Stunde, erneutes Sinken bis zur 6., hierauf wieder langsames Steigen, sodaß nach 25 Stunden der Ausgangswert erreicht war.

Das rasche Sinken des Brechungsindex ist die Wirkung des zugeführten Wassers auf die Blutkonzentration. Durch die Zufuhr von Wasser wurde das Blut verdünnt. Die Steigerung des Wassergehaltes im Blute ist vorübergehender Art. Wird nämlich Wasser in den Kreislauf aufgenommen, so wird alsbald der Ueberschuß teils durch die Nieren im Harn, teils in Form von Schweiß (beim Menschen), teils in Form von Wasserdampf in der Expirationsluft ausgeschieden, teils aber strömt es gegen die Gewebe ab. Die Dauer der Ausscheidung ist natürlich abhängig von der Menge des zugeführten Wassers. Dies zeigen auch die beiden Versuche. Der Brechungsindex im ersten Versuch, wo ich 50 ccm. Wasser zugeführt habe, erreicht den Ausgangswert etwa nach 5 Stunden, während bei Zufuhr von 100 ccm. Wasser der Ausgangswert erst nach bedeutend längerer Zeit erreicht wird.

Tabelle VI.

Kaninchen 89 erhielt 50 ccm. Wasser per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Wassergabe	52,00	1,34724
¼ Std. n. d. Wassergabe	48,30	1,34586
1 Std. n. d. „	50,00	1,34650
2 Std. n. d. „	49,00	1,34612
3 Std. n. d. „	50,00	1,34650
5 Std. n. d. „	51,60	1,34709

Tabelle VII.

Kaninchen 86 erhielt 100 ccm. Wasser per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Wassergabe	50,00	1,34650
¼ Std. n. d. Wassergabe	49,30	1,34623
1 Std. n. d. „	47,56	1,34558
2 Std. n. d. „	50,60	1,34672
5 Std. n. d. „	48,71	1,34601
6 Std. n. d. „	47,31	1,34548
7 Std. n. d. „	48,62	1,34597
25 Std. n. d. „	49,80	1,34642

II. Kochsalzzufuhr.

Wie wir aus der Physiologie wissen verursacht die orale Darreichung von Kochsalz eine vorübergehende Eindickung des Blutes durch Wasserentzug.

Bei meinen Versuchen konnte ich feststellen, daß bei Verabreichung einer verdünnten (isotonischen) Kochsalzlösung in der ersten ¼ Stunde ein nur geringes Sinken der Kurve zu beobachten ist, dem dann ein rascheres Sinken nachfolgt. Bei Verabreichung von konzentrierten (hypertonischen) Kochsalzlösungen beobachtet man in der ersten ¼ Stunde ein Ansteigen der Kurve, dem ebenfalls dann ein Sinken nachfolgt. Aus dem Verlauf der Kurven ist somit schön zu ersehen wie erst entsprechend der Konzentration der Lösung eine mehr oder weniger starke Konzentrationsänderung vom Magendarmkanal aus erfolgt, bis dann nach Eintritt der Lösung ins Blut eine Verdünnung zustande kommt.

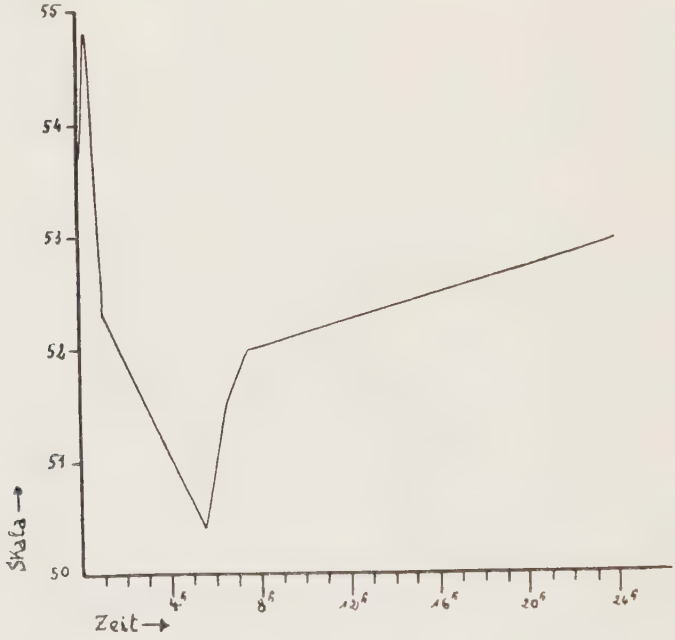
Im folgenden seien nun die Versuchsergebnisse genauer detailliert.

1. Einem Kaninchen wurden 50 ccm. einer 0,8%igen Kochsalzlösung gegeben. Die Kurve sinkt innerhalb der ersten ¼ Stunde nur langsam, dann bis zum Ende der ersten Stunde auf ihr Minimum, steigt bis zum Ende der zweiten wieder an um abermals zu sinken. Von der 6. Stunde an steigt sie wieder und erreicht nach 24 Stunden den Ausgangswert.

2. Einem zweiten Kaninchen wurden 50 ccm. einer 2%igen Kochsalzlösung eingegeben. Man bemerkt nach der ersten ¼ Stunde abermals nur ein mäßiges Sinken, das sich dann rascher bis zum Ende der 2. Stunde fortsetzt. Danach steigt die Kurve bis nach 5½ Stunden, fällt dann bis zur 6½ten Stunde um dann wieder langsam steigend nach 24 Stunden den Ausgangswert zu erreichen.

3. Ein drittes Kaninchen erhielt 50 ccm. einer 4%igen Kochsalzlösung. Beim Ablesen nach der ersten ¼ Stunde zeigte sich

der nD erhöht, sinkt aber dann bis zum Ende der ersten Stunde stark und von da allmählich, wobei er 5½ Stunden nach Darreichung das Minimum, dann wieder ansteigend nach 24 Stunden nahezu den Ausgangswert erreicht. Diese Befunde stimmen mit dem Obengesagten in allem überein.



Kaninchen 88 erhielt 50 ccm. einer 4%igen Kochsalzlösung per os.

Tabelle VIII.

Kaninchen 93 erhielt 50 ccm. einer 0,8%igen Kochsalzlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	50,62	1,34672
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	50,40	1,34651
1 Std. n. d. „	46,50	1,34518
2 Std. n. d. „	49,57	1,34633
3 Std. n. d. „	48,30	1,34586
5 Std. n. d. „	47,82	1,34568
6 Std. n. d. „	47,10	1,34540
7 Std. n. d. „	48,25	1,34584
24 Std. n. d. „	49,60	1,34634

Tabelle IX.

Kaninchen 87 erhielt 50 ccm. einer 2%igen Kochsalzlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	54,00	1,34798
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,90	1,34794
1 Std. n. d. „	53,00	1,34761
2 Std. n. d. „	51,80	1,34716
5½ Std. n. d. „	53,00	1,34761
6½ Std. n. d. „	52,30	1,34735
7½ Std. n. d. „	52,36	1,34737
24 Std. n. d. „	53,70	1,34786

Tabelle X.

Kaninchen 88 erhielt 50 ccm. einer 4%igen Kochsalzlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,73	1,34788
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	54,80	1,34828
1 Std. n. d. „	52,35	1,34736
2 Std. n. d. „	51,90	1,34720
5½ Std. n. d. „	50,42	1,34672
6½ Std. n. d. „	51,46	1,34704
7½ Std. n. d. „	52,00	1,34724
24 Std. n. d. „	53,00	1,34761

Um mich zu überzeugen wie Kochsalzlösung an sich in verschiedener Konzentration bei zunehmender Quantität auf das Blutplasma wirkt, stellte ich noch folgende Versuche in vitro an. Es ergab sich, daß bei Verwendung von Lösungen, die einen niedrigeren Brechungsindex als das Plasma selbst besitzen, mit steigender Zugabe zum Plasma der Brechungsindex der Mischung sinkt.

Eine direkte Einwirkung des Salzes auf den kolloidalen Zustand der Eiweißkörper ist auszuschließen. Es kommt höchstens eine Verschiebung des Albumin-Globulinkoeffizienten in Frage. Bemerkenswert sind die nachstehenden Resultate in vitro mit $MgCl_2$, dessen Brechungsindex mit dem des Plasmas nahezu übereinstimmt. Es zeigen sich hier keine wesentlichen Schwankungen des nD. Sicher spielt auch das quantitative Mischverhältnis der verschiedenen brechenden Flüssigkeiten bei diesen Erscheinungen eine gewisse Rolle.

Tabelle XI.

Herr X. Diabetes Mellitus.

Mischversuch von Blutplasma mit einer 0,8%igen Kochsalzlösung.

	Lösung		Skala	nD 20°
	„		19,00	1,33474
	Plasma		64,20	1,35176
4 ccm.	„	mit 1 Tropf. Lös.	63,70	1,35157
4 ccm.	„	mit 2 Tropf. Lös.	63,20	1,35139
4 ccm.	„	mit 3 Tropf. Lös.	62,70	1,35120
4 ccm.	„	mit 4 Tropf. Lös.	62,90	1,35128

Tabelle XII.

Das gleiche Blut.

Mischversuch von Blutplasma mit einer 2%igen Kochsalzlösung.

	Lösung		Skala	nD 20°
	„		23,40	1,33628
	Plasma		64,20	1,35176
4 ccm.	„	mit 1 Tropf. Lös.	63,00	1,35132
4 ccm.	„	mit 2 Tropf. Lös.	62,95	1,35130
4 ccm.	„	mit 3 Tropf. Lös.	62,22	1,35103
4 ccm.	„	mit 4 Tropf. Lös.	61,60	1,35080

Tabelle XIII.

Das gleiche Blut.

Mischversuch von Blutplasma mit einer 4%igen Kochsalzlösung.

	Lösung		Skala	nD 20°
	„		32,10	1,33975
	Plasma		64,20	1,35176
4 ccm.	„	mit 1 Tropf. Lös.	63,00	1,35132
4 ccm.	„	mit 2 Tropf. Lös.	63,32	1,35143
4 ccm.	„	mit 3 Tropf. Lös.	63,05	1,35133
4 ccm.	„	mit 4 Tropf. Lös.	62,45	1,35011

III. Natriumbicarbonat- und Natriumcarbonatzufuhr.

Die folgenden Versuche wurden mit Natriumbicarbonat in 1,2%iger (isotonischer) und 3%iger (hypertonischer) Lösung und mit Natriumcarbonat in 3%iger Lösung vorgenommen. Die Kurven zeigen in ihrem Verlauf Aehnlichkeit mit denen des Kochsalzes.

1. Ich gab einem Kaninchen 50 ccm. einer 1,2%igen Natriumbicarbonatlösung. Der rasche Abfall des Brechungsindex macht nach einer Stunde einem langsamen Anstieg Platz. Der Ausgangswert ist nach 6 Stunden erreicht.

2. Ein zweites Kaninchen erhielt 50 ccm. einer 3%igen Natriumbicarbonatlösung. Hier folgt ebenfalls auf einen raschen Abfall des Brechungsindex nach einer Stunde ein langsamer Anstieg. Der Ausgangswert ist nach 5 Stunden erreicht.

3. Ein anderes Kaninchen erhielt 50 ccm. einer 3%igen Natriumcarbonatlösung. Nach einem kurzen Anstieg tritt nach der ersten Viertelstunde ein Abfall des Brechungsindex ein, der continuierlich verlaufend nach 6 Stunden das Minimum erreicht. Auffällig ist der äußerst langsame Rückgang der Salzwirkung, da nach 30 Stunden der Ausgangswert noch nicht erreicht war.

Tabelle XIV.

Kaninchen 86 erhielt 50 ccm. einer 1,2%igen Natriumbicarbonatlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,70	1,34786
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,41	1,34776
1 Std. n. d. „	51,20	1,34694
2 Std. n. d. „	51,60	1,34709
3 Std. n. d. „	51,76	1,34715
5 Std. n. d. „	52,15	1,34739
6 Std. n. d. „	53,15	1,34766

Tabelle XV.

Kaninchen 102 erhielt 50 ccm. einer 3%igen Natriumbicarbonatlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	54,10	1,34801
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,35	1,34773
1 Std. n. d. „	49,51	1,34631
2 Std. n. d. „	50,51	1,34668
3 Std. n. d. „	51,95	1,34722
5 Std. n. d. „	53,55	1,34781

Tabelle XVI.

Kaninchen 92 erhielt 50 ccm. einer 3%igen Natriumcarbonatlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,51	1,34779
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,80	1,34790
1 Std. n. d. „	50,28	1,34660
2 Std. n. d. „	49,12	1,34616
3 Std. n. d. „	46,65	1,34524
5 Std. n. d. „	47,90	1,34571
6 Std. n. d. „	47,75	1,34565
24 Sdt. n. d. „	51,50	1,34705
30 Std. n. d. „	52,30	1,34735

IV. Kaliumchloridzufuhr.

Die folgende Kaliumchloridgabe in verdünnter (isotonischer) Lösung zeigt in ihrem Verlauf keine große Abweichung gegenüber den anderen Salzen in verdünnter Lösung.

Ich gab einem Kaninchen 50 ccm. einer 1,1%igen isotonischen Kaliumchloridlösung per os. Nach kurzem Sinken in der ersten ¼ Stunde steigt der nD in der ersten Stunde, um in der 2. Stunde wieder fallend das Minimum zu erreichen. Er steigt dann wieder und kommt am Ende der 5. Stunde fast bis zum Ausgangswert zurück.

Verabreichen wir eine etwas konzentriertere Lösung (2,5%), so finden wir einen Kurvenverlauf ähnlich dem einer konzentrierten Kochsalzlösung (4%).

Ein Kaninchen erhielt 50 ccm. einer 2,5%igen Kaliumchloridlösung per os. Diesmal steigt die Kurve in den ersten 15 Minuten um dann bis zur 3. Stunde continuierlich auf ihr Minimum zu sinken. Steigt dann bis zur 5. wieder an, um dann langsam fallend selbst nach 24 Stunden noch nicht zum Ausgangswert zurückzukehren.

Bemerkenswert sind die Versuche mit konzentrierten Kalisalzen (5%). Die Befunde scheinen denen mit Natriumsalzen (konz.) vollständig entgegengesetzt zu sein, denn auch die Kurven zeigen scheinbar einen entgegengesetzten Verlauf: die NaCl-Kurve konvex nach unten, die KCl-Kurve konvex nach oben. Es liegt nahe unter diesen Verhältnissen an den schon aus der Muskelphysiologie bekannten Antagonismus der Na-ionen gegenüber den K-ionen zu denken. Auch wäre an einen evtl. veränderten kolloidalen Zustand der Plasmaeiweisskörper entweder direkt durch eine Kalierhöhung im Plasma oder eine allgemeine Stoffwechselwirkung des Kalium (Vergiftung) zu denken. Diesem widerspricht jedoch die Tatsache, daß der Kalispiegel im Blutplasma nur bei schneller intravenöser Zufuhr oder bei subcutaner Injektion übergrosser Mengen, niemals aber bei der allmählichen Resorption vom Magendarmkanal verändert werden kann.

Am wahrscheinlichsten erscheint mir die Erklärung, dass es sich um eine Wasserentziehung aus dem Blute handelt. Bei genauerer Betrachtung der Kurven fällt nämlich die Tatsache auf, dass bei der konzentrierten Kochsalzlösung in der ersten ¼ Stunde nach Verabreichung ein Ansteigen der Kurve zu bemerken war, das dann einem nachfolgenden Sinken Platz machte. Dies vorübergehende Steigen der Kurve, das ich im übrigen auch bei Anwendung von anderen konzentrierten Salzlösungen beobachten konnte (siehe auch die Versuche mit $KClO_3$, $CaCl_2$ und Na_2CO_3), führte ich auf einen vorübergehenden Wasserentzug seitens der noch im Magendarmkanal anwesenden Salzlösungen zurück. Genau die gleiche Erscheinung nur in gesteigertem Masse tritt uns von

seiten der konzentrierten Kalisalzlösung entgegen. Es handelt sich meines Erachtens auch hier zum Teil um einen allerdings stärkeren und länger dauernden Wasserentzug seitens der Kalisalzlösung vom Magendarmkanal aus, zum Teil um die wie bekannt stark diuretische Wirkung des Kaliums. Diesem entspricht eine Eindickung des Blutes und damit ein Ansteigen des Brechungsindex.

Die folgenden angestellten 2 Versuche ergaben das gleiche Resultat. Ich gab 2 Kaninchen je 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung per os. Beide Kurven zeigen sofort ein mächtiges Ansteigen des nD innerhalb der ersten drei Stunden, worauf dann ein ebenso starker Abfall bis zur 5. Stunde erfolgt. Beide steigen dann von der 5. bis 6. Stunde kurz an, um wieder stark fallend in der 7. Stunde unter dem Ausgangswert zu stehen.

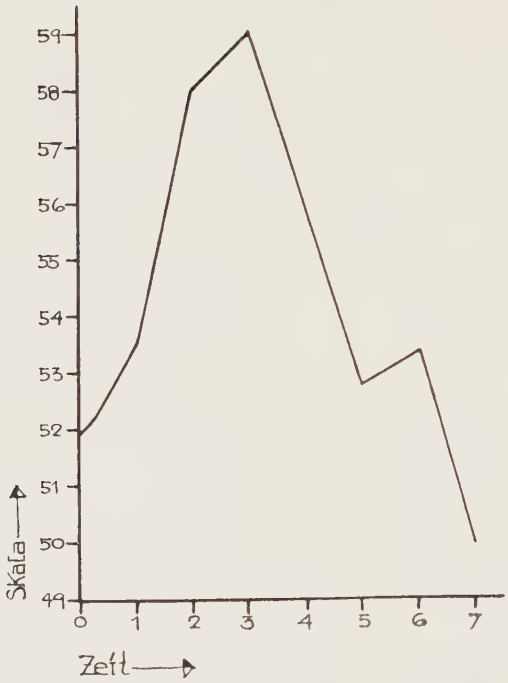
In einem dritten Versuch, der gleich verlief, sank die Kurve noch nach 24 Stunden.

Aus dem Verlauf der konzentrierten NaCl-Kurve einerseits und der konzentrierten KCl-Kurve andererseits ist ohne weiteres zu ersehen, dass die grosse Zacke der KCl-Kurve zum Teil analog der kleinen Zacke der NaCl-Kurve bzw. der anderen konzentrierten Salzlösungen zu werten ist. Dies lässt bezüglich der Wirkungsweise des Kaliumchlorids den Schluss zu, dass dieses Salz in unserem Falle nicht eine antagonistische, sondern lediglich stärkere und längere Wirkung entfaltet. Dies zeigt sich auch darin, dass bei Anwendung dieses Salzes erst nach viel längerer Zeit (Vers. 21) der nD seinen Ausgangswert erreicht.

Um zu sehen, welchen Einfluss die Quantität der Lösungen auf den Verlauf der Versuche ausübt, gab ich konzentrierte Lösungen in geringerer Menge. Die Versuche ergaben, daß konzentrierte Lösungen in geringeren Quantitäten ähnlich wirken wie grössere Quantitäten verdünnter Lösungen, dass also lediglich das Produkt aus Konzentration und Volumen der jeweiligen Dosis zur Wirkung kommt.

1) Ich gab einem Kaninchen 10 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung. Die Kurve sinkt sofort bis zum Ende der ersten Stunde, steigt dann staffelförmig bis zur 6., sinkt wieder bis zur 7., um dann nach 24 Stunden nahezu den Ausgangswert zu erreichen.

2) Bei Verabreichung von 10 ccm. einer 10%igen Kaliumchloridlösung sinkt die Kurve in den ersten 15 Minuten ab, steigt bis zum Ende der ersten Stunde, um dann bis zum Ende der 2. auf ihr Minimum zu sinken und dann wieder ansteigend nach der 3. Stunde den Ausgangswert zu erreichen.



Kaninchen 96 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung per os.

Tabelle XVII.

Kaninchen 85 erhielt 50 ccm. einer 1,1%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,85	1,34792
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	52,80	1,34753
1 Std. n. d. „	53,40	1,34775
2 Std. n. d. „	50,90	1,34683
3 Std. n. d. „	52,58	1,34745
5 Std. n. d. „	53,00	1,34761

Tabelle XVIII.

Kaninchen 95 erhielt 50 ccm. einer 2,5%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,21	1,34768
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,56	1,34781
1 Std. n. d. „	52,90	1,34757
2 Std. n. d. „	52,10	1,34727
3 Std. n. d. „	51,30	1,34698
5 Std. n. d. „	52,60	1,34746
6 Std. n. d. „	52,35	1,34736
24 Std. n. d. „	52,00	1,34724

Tabelle XIX.

Kaninchen 96 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	51,95	1,34722
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	52,20	1,34731
1 Std. n. d. „	53,51	1,34779
2 Std. n. d. „	58,00	1,34947
3 Std. n. d. „	59,00	1,34984
5 Std. n. d. „	52,72	1,34750
6 Std. n. d. „	53,40	1,34775
7 Std. n. d. „	50,00	1,34650

Tabelle XX.

Kaninchen 97 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	50,52	1,34669
1 Std. n. d. Lösungsgabe	53,20	1,34768
2 Std. n. d. „	54,62	1,34821
3 Std. n. d. „	55,55	1,34856
5 Std. n. d. „	51,30	1,34698
6 Std. n. d. „	51,40	1,34701
7 Std. n. d. „	49,40	1,34627

Tabelle XXI.

Kaninchen 103 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,00	1,34761
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,90	1,34794
1 Std. n. d. „	57,65	1,34934
2½ Std. n. d. „	54,00	1,34798
5 Std. n. d. „	51,61	1,34709
6 Std. n. d. „	50,50	1,34668
24 Std. n. d. „	49,70	1,34638

Tabelle XXII.

Kaninchen 96 erhielt 10 ccm. einer 5%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	51,65	1,34711
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	50,45	1,34666
1 Std. n. d. „	49,52	1,34631
2 Std. n. d. „	50,00	1,34650
3 Std. n. d. „	49,70	1,34638
5 Std. n. d. „	50,60	1,34672
6 Std. n. d. „	50,60	1,34672
7 Std. n. d. „	49,90	1,34646
24 Std. n. d. „	51,00	1,34687

Tabelle XXIII.

Kaninchen 103 erhielt 10 ccm. einer 10%igen Kaliumchloridlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	55,10	1,34839
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	54,40	1,34813
1 Std. n. d. „	54,70	1,34824
2 Std. n. d. „	54,15	1,34803
3 Std. n. d. „	55,10	1,34839

Folgende Versuche in vitro ergeben analoge Resultate wie mit Kochsalz.

Tabelle XXIV.

Herr X. Diabetes et Ascites.

Mischversuch von Blutplasma mit 1,1%iger Kaliumchloridlösung.

Lösung	Skala	nD 20°
„	18,45	1,33452
Plasma	62,40	1,35109
4 ccm. „ mit 1 Tropf. Lös.	62,00	1,35095
4 ccm. „ mit 2 Tropf. Lös.	59,42	1,34969
4 ccm. „ mit 3 Tropf. Lös.	60,00	1,35021
4 ccm. „ mit 4 Tropf. Lös.	60,50	1,35039

Tabelle XXV.

Das gleiche Blut.

Mischversuch von Blutplasma mit 2,5%iger Kaliumchloridlösung.

Lösung	Skala	nD 20°
„	23,10	1,33631
Plasma	62,40	1,35109
4 ccm. „ mit 1 Tropf. Lös.	61,60	1,35080
4 ccm. „ mit 2 Tropf. Lös.	61,60	1,35080
4 ccm. „ mit 3 Tropf. Lös.	61,05	1,35059
4 ccm. „ mit 4 Tropf. Lös.	60,00	1,35021

Tabelle XXVI.

Das gleiche Blut.

Mischversuch von Blutplasma mit 5%iger Kaliumchloridlösung.

Lösung	Skala	nD 20°
„	31,80	1,33964
Plasma	62,40	1,35109
4 ccm. „ mit 1 Tropf. Lös.	62,00	1,35095
4 ccm. „ mit 2 Tropf. Lös.	61,60	1,35080
4 ccm. „ mit 3 Tropf. Lös.	60,62	1,35043
4 ccm. „ mit 4 Tropf. Lös.	60,60	1,35043

V. Kaliumchloratzufuhr.

Bei den nachfolgenden Versuchen mit Kaliumchloratlösungen finden wir ein analoges Verhalten zum Kaliumchlorid.

Bei isotonischer Lösung ergibt sich die uns schon von den anderen isotonischen Lösungen her bekannte nach unten convexe Kurve, während die hypertonische Lösung mit sofortigem enormem Ansteigen eine nach oben convexe Kurve ergibt.

1. Kaninchen 101 erhielt 50 ccm, einer 1,7%igen Kaliumchloratlösung per os. Die Kurve sinkt bis zum Ende der 2. Stunde auf ihr Minimum. Sie steigt dann wieder bis zur 3., sinkt abermals bis zur 6. und erreicht neuerdings steigend nach 24 Stunden nahezu den Ausgangswert.

2. Ein zweites Kaninchen erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloratlösung per os. Die Kurve zeigt ein enormes Ansteigen in den ersten 15 Minuten. Sie fällt dann bis zur 3. Stunde steil ab, um bis zur 7. Stunde noch weiterhin langsam zu sinken.

3. Ein weiterer Versuch (Tab. 29) mit gleicher Quantität und Konzentration zeigt ebenfalls den typischen Verlauf des vorigen.

Tabelle XXVII.

Kaninchen 101 erhielt 50 ccm. einer 1,7%gen Kaliumchloratlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	54,30	1,34809
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,00	1,34761
1 Std. n. d. „	52,45	1,34740
2 Std. n. d. „	51,18	1,34693
3 Std. n. d. „	52,85	1,34755
5 Std. n. d. „	52,12	1,34728
6 Std. n. d. „	52,12	1,34728
24 Std. n. d. „	53,70	1,34786

Tabelle XXVIII.

Kaninchen 95 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloratlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	51,30	1,34698
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	54,00	1,34798
1 Std. n. d. „	53,60	1,34783
2 Std. n. d. „	53,00	1,34761
3 Std. n. d. „	50,85	1,34681
5 Std. n. d. „	50,85	1,34681
6 Std. n. d. „	50,60	1,34672
7 Std. n. d. „	50,60	1,34672

Tabelle XXIX.

Kaninchen 100 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Kaliumchloratlösung.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	55,95	1,34871
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	60,40	1,35035
1 Std. n. d. „	58,20	1,34954
2 Std. n. d. „	57,70	1,34935
3 Std. n. d. „	55,00	1,34836
5 Std. n. d. „	56,00	1,34873

VI. Calciumchloridzufuhr.

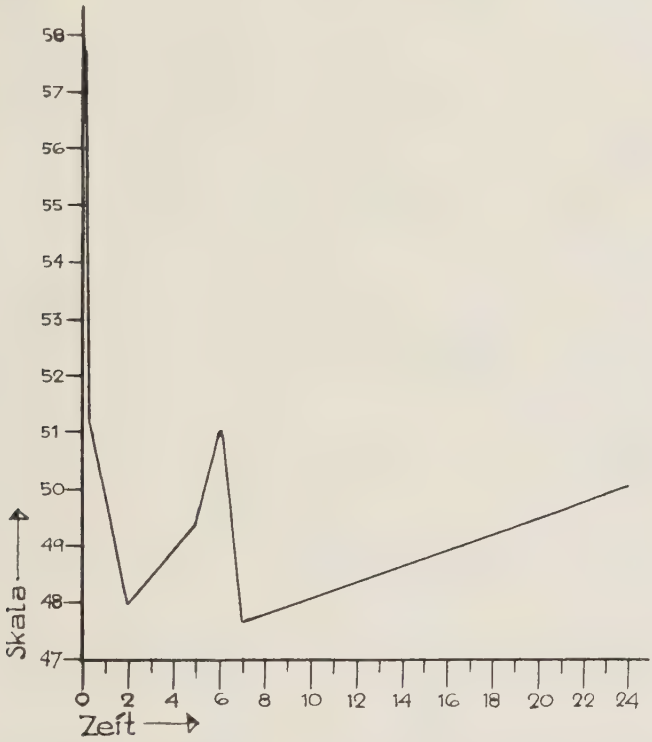
Verabreichen wir eine isotonische Calciumchloridlösung so fällt uns der sofortige enorme Abfall des Brechungsindex auf. Wie bekannt besitzt das Ca-ion Beziehungen zum Wasserstoffwechsel. Bonnamour und Imbert [11]) empfahlen das Chlorcalcium als Diuretikum und stellten sich vor, daß durch reichliche Chlorcalciumzufuhr eine NaCl-Verdrängung aus den Geweben in das Blut und damit Diurese erfolge. Tatsächlich zeigen die folgenden Versuche, daß bei Verabreichung einer isotonischen Calciumchloridlösung ein so enormer Abfall zu beobachten ist, wie ihn die übrigen angewandten Salzlösungen nicht zeigen. Wir sehen darin die Vorbedingung zu einer diuretischen Wirkung des Chlorcaliums gegeben. Dieser enorme Abfall des nD, der einer starken Verdünnung des Blutes entspricht ist wohl zum Teil auf direktes Eindringen des Calciumchlorids, zum Teil durch NaCl-Verdrängung aus den Geweben und durch Zufluß von Wasser ins Blut zu erklären und ist somit die Vorbedingung für eine ausgiebige Diurese. Eine nähere Betrachtung der Kurven gibt uns sogar Aufschluß über die genauere Wirkungsweise des Calciums gegenüber dem Kalium, das ja ebenfalls als Diuretikum Verwendung findet. Während bei Kalium (nach der Kurve) sofort nach Verabreichung eine diuretische Wirkung in Frage kommt, kann beim Calcium eine solche erst 5—7 Stunden nach Verabreichung einsetzen.

Auch bei Verwendung einer hypertonischen Lösung sehen wir nach einer kurzen „Konzentrationszacke" den gleichen enormen Abfall der Kurve und länger dauernde Nachwirkung.

1. Kaninchen 92 erhielt 50 ccm. einer 1,6%igen isotonischen Calciumchloridlösung per os. Der nD. sinkt schon in den ersten 15 Minuten um 6 Skalenteile, bis zur 2. Stunde um weitere 3. Von der 2. bis zur 6. Stunde findet sich dann ein geringes Ansteigen des Indexwertes um dann abermals stark abfallend am Ende der 7. Stunde auf das Minimum zu sinken. Danach beginnt ein langsames Ansteigen, das jedoch nach 24 Stunden noch weit unter dem Ausgangswert zurückbleibt.

2. Ein zweiter Versuch, Kaninchen 89, ergibt den nämlichen Verlauf.

3. Kaninchen 97 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Calciumchloridlösung per os. Nach einem kurzen Ansteigen in den ersten 15 Minuten sinkt die Kurve bis zur 7. Stunde stark ab, steigt bis zur 3. wieder etwas an, um dann neuerdings bis zur 7. Stunde langsam zu sinken.



Kaninchen 92 erhielt 50 ccm. einer 1,6%igen Calciumchloridlösung per os.

Tabelle XXX.

Kaninchen 92 erhielt 50 ccm. einer 1,6%igen Calciumchloridlösung per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	57,70	1,34935
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	51,30	1,34698
1 Std. n. d. „	50,00	1,34650
2 Std. n. d. „	48,00	1,34575
5 Std. n. d. „	49,40	1,34627
6 Std. n. d. „	51,00	1,34687
7 Std. n. d. „	47,70	1,34563
24 Std. n. d. „	50,10	1,34653

Tabelle XXXI.

Kaninchen 89 erhielt 50 ccm. einer 1,6%igen Calciumchloridlösung per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	57,72	1,34936
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	53,18	1,34767
1 Std. n. d. „	52,70	1,34749
2 Std. n. d. „	54,50	1,34817
5 Std. n. d. „	54,10	1,34801
6 Std. n. d. „	53,35	1,34773
7 Std. n. d. „	53,55	1,34781
24 Std. n. d. „	54,30	1,34809

Tabelle XXXII.

Kaninchen 97 erhielt 50 ccm. einer 5%igen Calciumchloridlösung per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	50,70	1,34675
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	51,70	1,34712
1 Std. n. d. „	48,90	1,34608
2 Std. n. d. „	47,55	1,34557
3 Std. n. d. „	49,00	1,34612
5 Std. n. d. „	48,70	1,34600
6 Std. n. d. „	48,22	1,34583
7 Std. n. d. „	48,22	1,34583

Folgende mit Calciumchloridlösung angestellten Versuche in vitro verlaufen den bisherigen analog.

Tabelle XXXIII.

Fr. X. Tumor Mammae.

Plasma rein mit einer 1,6%igen Calciumchloridlösung.

Lösung	Skala	nD 20°
„	23,00	1,33628
Plasma	62,50	1,35113
4 ccm. „ mit 1 Tropf. Lös.	62,15	1,35100
4 ccm. „ mit 2 Tropf. Lös.	61,30	1,35069
4 ccm. „ mit 3 Tropf. Lös.	60,71	1,35047
4 ccm. „ mit 4 Tropf. Lös.	60,60	1,35043

Tabelle XXXIV.

Das gleiche Blut.

Plasma rein mit einer 5%igen Calciumchloridlösung.

Lösung	Skala	nD 20°
„	42,30	1,34361
Plasma	62,50	1,35113
4 ccm. „ mit 1 Tropf. Lös.	61,70	1,35083
4 ccm. „ mit 2 Tropf. Lös.	61,60	1,35080
4 ccm. „ mit 3 Tropf. Lös.	61,50	1,35076
4 ccm. „ mit 4 Tropf. Lös.	61,30	1,35069

VII. Magnesiumchloridzufuhr.

Fanden wir bei Calciumchlorid eine durch enormen Abfall gekennzeichnete Kurve, so fällt bei den nachfolgenden Versuchen mit Magnesiumchlorid der enorme Anstieg des Brechungsindex bis weit über den Ausgangswert hinaus auf. Beide Kurven scheinen genau entgegengesetzt zu verlaufen und man ist versucht auch hier an einen Antagonismus zu denken analog dem den Meltzer und Auer zwischen Ca- und Mg-ionen in Bezug auf die narkotisierende Wirkung der letzteren gefunden haben.

Unter Berücksichtigung ähnlicher Ueberlegungen und Möglichkeiten wie beim Kaliumchlorid ist auch hier wieder an die enorme wasserentziehende Wirkung des Magnesiums zu denken.

1) Ich gab einem Kaninchen 50 ccm. einer 2,8%igen Magnesiumchloridlösung per os. Nach Abfall bis zur 2. Stunde, steigt die Kurve bis zur 3. weit über den Ausgangswert hinaus an, um bis zur 5. auf dieser Höhe zu bleiben.

2) Ein zweites Kaninchen bekam 50 ccm. einer 14%igen Magnesiumchloridlösung per os. Nach kurzer „Konzentrationszacke" und nachfolgendem geringem Abfall steigt die Kurve nach der ersten Stunde mächtig an und steht am Ende der 3. hoch über dem Ausgangswert. Sie sinkt dann bis zur 5. etwas ab, um neuerdings steigend auch noch nach 24 Stunden hoch über den Ausgangswert zu stehen.

Tabelle XXXV.

Kaninchen 99 erhielt 50 ccm. einer 2,8%igen Magnesiumchloridlösung per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	53,90	1,34794
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	54,00	1,34798
1 Std. n. d. „	52,10	1,34727
2 Std. n. d. „	51,90	1,34720
3 Std. n. d. „	55,15	1,34841
5 Std. n. d. „	55,15	1,34841

Tabelle XXXVI.

Kaninchen 92 erhielt 50 ccm. einer 14%igen Magnesiumchloridlösung per os.

Zeit	Skala	nD 20°
Vor der Lösungsgabe	54,42	1,34813
¼ Std. n. d. Lösungsgabe	54,75	1,34826
1 Std. n. d. „	53,50	1,34779
2 Std. n. d. „	56,45	1,34889
3 Std. n. d. „	58,20	1,34954
5 Std. n. d. „	56,28	1,34883
6 Std. n. d. „	56,80	1,34902
24 Std. n. d. „	57,47	1,34927

Die nachfolgenden Versuche in vitro mit konz. Magnesiumchloridlösung ergeben wie schon erwähnt bei steigender Zugabe nur unbedeutende Schwankungen des Brechungsindex. Dies ist ein Hinweis auf ein in Fragekommen des quantitativen Mischverhältnisses der verschieden brechenden Lösungen, denn der nD derselben ist in diesem Falle annähernd der gleiche.

Tabelle XXXVII.

Plasma mit einer 2,8%igen Magnesiumchloridlösung vermischt.

			Skala	nD 20°
	Lösung			
	„		22,30	1,33301
	Plasma		55,90	1,34869
4 ccm.	„	mit 1 Tropf. Lös.	55,00	1,34836
4 ccm.	„	mit 2 Tropf. Lös.	54,25	1,34807
4 ccm.	„	mit 3 Tropf. Lös.	54,10	1,34801
4 ccm.	„	mit 4 Tropf. Lös.	51,32	1,34698

Tabelle XXXVIII.

Plasma mit einer 14%igen Magnesiumchloridlösung vermischt.

			Skala	nD 20°
	Lösung			
	„		52,25	1,34733
	Plasma		55,90	1,34869
4 ccm.	„	mit 1 Tropf. Lös.	55,45	1,34852
4 ccm.	„	mit 2 Tropf. Lös.	55,60	1,34858
4 ccm.	„	mit 3 Tropf. Lös.	56,00	1,34873
4 ccm.	„	mit 4 Tropf. Lös.	56,00	1,34873

Zusammenfassung.

Rückblickend kann folgendes gesagt werden:

Plasma und Serum geben relativ die gleichen Werte und somit parallele Kurven, obzwar die absoluten Werte des ersteren etwas höher sind.

Die Plasmakurven zeigen bei Zufuhr isotonischer Lösungen der angewandten Salze (NaCl, $NaHCO_3$, Na_2CO_3, KCL, $KClO_3$ mit Ausnahme von $MgCl_2$ und $CaCl_2$) in ihrem Verlauf grosse Aehnlichkeit. Die Kurve fällt sofort nach Darreichung der Substanz ab und kehrt nach einigen Schwankungen wieder zum Ausgangswert zurück. Sie zeigen somit in ihrem Verlauf ein analoges Verhalten zum Wasser.

Bei Zufuhr der isotonischen Lösungen von $CaCl_2$ zeigt die Kurve einen sofortigen enormen Abfall und steht noch nach 24 Stunden weit unter dem Ausgangswert.

Erst in konzentrierten (hypertonischen) Lösungen weisen die einzelnen Salze eine gewisse individuelle Verschiedenheit in ihrem Kurvenverlauf auf — jedoch erzeugen alle im Plasma gleich nach Verabreichung die „Konzentrationszacke", d. h. ein sofortiges, vorübergehendes Ansteigen der Kurve, das von mir auf eine Wasserentziehung der noch nicht resorbierten Salzlösungen vom Magendarmkanal aus zurückgeführt wird.

Nach Fütterung mit konzentrierten (hypertonischen) Lösungen von KCl und $KClO_3$ fallen die Plasmakurven durch ihr sofortiges, mächtiges und länger dauerndes Ansteigen auf, dem dann ein ebenso starker und tiefer Abfall folgt, was dem Kurvenbild das Aussehen einer riesigen Zacke verleiht.

Nach Darreichung von $MgCl_2$ in isotonischer wie hypertonischer Lösung zeigen die Plasmakurven die Gesetzmässigkeit, dass nach kurzem Sinken die Kurve weit über den Ausgangswert hinaus ansteigt und auch nach 24 Stunden noch über demselben steht.

Bei Kurven der konzentrierten NaCl- und $CaCl_2$Lösung kommt eine individuelle Verschiedenheit nicht so sehr zur Ansicht. Beide Kurven ähneln in ihrem Verlauf dem ihrer isotonischen Lösungen, bei denen ein individuelles Verhalten stärker hervortritt.

Bezüglich der Wirkungsweise der Lösungen bei Verabreichung in verschiedener Quantität zeigte sich, dass innerhalb gewisser Grenzen nicht die jeweilige Quantität einer Flüssigkeit, auch nicht die Konzentration, sondern das Produkt beider, d. h. die jeweilige Menge an Salz bei einer Dosis eine Rolle spielt.

Die Vitroversuche zeigen, daß bei der Einwirkung der Salzlösung auf das Plasma sicher auch zu einem grossen Teil dem Brechungsindex der einwirkenden Lösung im Mischverhältnis der verschieden brechenden Flüssigkeiten eine auschlaggebende Rolle zukommt.

Zum Schlusse möchte ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. A. Gigon für die gütige Ueberlassung des Materials und für die Erlaubnis, vorliegende Versuche in seinem Laboratorium durchführen zu können, auch für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine freundl. Unterstützung während derselben bestens danken.

Literatur.

1.	W. Winkler	Basler Dissertation 1931.
2.	P. Rostock	Die Bedeutung der Refraktometrie für klinische Untersuchungen. Klin. Wochenschrift 7, 1190, 1928.
3.	Löwe	Techn. Fortschrittsber. 6. Dresden u. Leipzig 1925.
4.	E. Reiss	Eine neue Methode der quant. Eiweissbest. Archiv f. exp. Pathologie und Pharmakologie Bd. 51 (1904).
5.	E. Reiss	Biochem. Arbeitsmethod. 8, 95, 1915.
6.	G. Schretter	Der spezifische Brechungszuwachs des Gesamteiweisses im Blutserum. Biochemische Zeitschrift 177, 335, 1926.
7.	W. Starlinger	Biochemische Zeitschrift 183, 245, 1927.
8.	D. von Deseö	Refraktometrische Studien über das Serumeiweiss. Biochemische Zeitschrift Bd. 217, 185, 1929.
9.	Channensohn	Basler Dissertation 1931.
10.	Blix	Wassergeh. des Blutes, Biochem. Zeitschrift 74, 302, 1916.
11.	P. Morawitz	Das Wasser und die Salze des Blutserums. Handbuch der Biochemie Bd. 4,80, 1923.
12.	P. Morawitz u. W. Nonnenbruch	Pathologie des Wasser- und Mineralstoffwechsels, Handbuch der Biochemie, Bd. 8, 256, 1923.
13.	Seelig	Klin. Wochenschrift 7, 1228, 1928.
14.	O. Arnd u. E. A. Hafner	Biochemische Zeitschrift Bd. 167, 440, 1926.
15.	E. Reiss	Refraktometrische Blutuntersuchungen. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. IV, Teil 3, S. 299, 1923.
16.	F. Rohrer	Refraktometrische u. viskosimetrische Untersuchungen am Blutserum. Schweiz. med. Wochenschrift 52, 555, 789, 1922.
17.	Fain	Basler Dissertation 1930.